

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

PCT/SE 98/01733

09/554907

REC'D 21 OCT 1998

WIPO

PCT

Intyg
Certificate

EJJKU



Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.

(71) Sökande Asea Brown Boveri AB, Västerås SE
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 9704392-1
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 1997-11-26
Date of filing

Stockholm, 1998-10-13

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office

Evy Mofin
Evy Mofin

Avgift
Fee

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET
SWEDEN

Postadress/Adress
Box 5055
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone
+46 8 782 25 00
Vx 08-782 25 00

Telex
17978
PATOREG S

Telefax
+46 8 666 02 86
08-666 02 86

✓

1997 -11- 26

Huvudfaxen Kassa

hb/lj SE14205

Sökande: Asea Brown Boveri AB

5 ELEKTROMAGNETISK ANORDNING

UPPFINNINGENS OMRÅDE OCH TIDIGARE TEKNIK

10 Denna uppfinning avser en elektromagnetisk anordning innefattande åtminstone en magnetkrets och åtminstone en elektrisk krets innefattande åtminstone en lindning, varvid de magnetiska och elektriska kretsarna är induktivt kopplade till varandra och varvid anordningen innefattar en reglerinrättning för att reglera funktionen hos anordningen.

15 Denna elektromagnetiska anordning kan nyttjas i vilka som helst elektrotekniska sammanhang. Effektområdet kan vara från VA upp till 1000 MVA-området. Primärt avses högspänningstillämpningar upp till de högsta överföringsspänningar som används idag.

20 Enligt en första aspekt av uppfinningen avses en roterande elektrisk maskin. Sådana elektriska maskiner innefattar synkronmaskiner som huvudsakligen används som generatorer för anslutning till distributions- och transmissionsnät, nedan gemensamt kallade kraftnät.

25 Synkronmaskinerna används också som motorer samt för faskompensering och spänningsreglering, då som mekaniskt tomgående maskiner. Det tekniska området innefattar även dubbelmatade maskiner, maskiner av typen asynkron strömriktarkaskad, ytterpolmaskiner, synkronflödesmaskiner och assynkronmaskiner.

30 Enligt en annan aspekt av uppfinningen utgörs nämnda elektromagnetiska anordning av en krafttransformator eller reaktor. Vid all överföring och distribution av elektrisk energi ingår transformatorer. Deras uppgift är att medge utbyte av elektrisk energi mellan två

35 eller flera elsystem och för detta nyttjas elektromagnetisk induktion på i och för sig väl känt sätt. De transformatorer som primärt avses med föreliggande uppfinning tillhör de så kallade krafttransformatorerna med märkeffekt från något hundratal kVA upp till över 1000

1997 -11- 26

2

Huvudfluxen Kassen

MVA med märkspänning från 3-4 kilovolt och upp till mycket höga överföringsspänningar, 400 kilovolt till 800 kilovolt eller högre.

5 Ehuru följande beskrivning av teknikens ståndpunkt vad beträffar
~~den andra aspekten huvudsakligen avser krafttransformatorer avses~~
uppfinningen också vara applicerbar för reaktorer, både enfasiga
och trefasiga. I fråga om isolering och kylning finns i princip samma
utförandeformer som för transformatorer. Det förekommer således
10 luftisolerade och oljeisolerade, självkyllda, tryckoljekyllda osv reaktorer. Även om reaktorer har en lindning (per fas) och kan utföras
både med och utan magnetisk kärna är beskrivningen av teknikens
ståndpunkt till stora delar relevant även för reaktorer.

15 Den elektriska kretsens åtminstone ena lindning kan i vissa utföranden vara luftlindad men innefattar i regel en magnetisk kärna
av laminerad, normal eller orienterad, plåt eller annat, till exempel
amorft eller pulverbaserat, material eller annan åtgärd i avsikt att
tillåta växelström och en lindning. Ofta inbegriper kretsen någon
20 form av kylsystem mm. I fallet med en roterande elektrisk maskin
kan lindningen vara förlagd i maskinens stator eller rotor eller i
bådadera.

25 Ett problem med kända utföranden av elektromagnetiska anordningar av ovan diskuterat slag är att det antingen är förhållandevis
besvärligt att uppnå effektiv reglering inom ett visst spektrum av
parametrar eller att reglerinrättningarna tenderar att bli förhållandevis
kostsamma. Det påpekas i detta sammanhang att det är känt
inom generatortekniken att utöva reglering av funktionsparametrar
via fältlindningen. Om rotorn inbegriper elektromagneter är denna
30 fältlindning utformad på rotorn med de nackdelar detta för med sig i
form av dyrare och mer svårreglerbart utförande. I fallet med en
permanentmagnetrotor uppstår problemet att fältstyrning icke blir
praktiskt genomförbar. Detta försvårar givetvis regleringen i allmänhet
och i speciellt delikata regleringssituationer i synnerhet. Ett
35 ytterligare problem med känd teknik är att den konventionella
lindningstekniken gör det dyrbart att framställa lindningarna. De
kända utförandena vållar också betydande energiförluster och

1997-11-26

3

Huvudfaxen Kassar

medför begränsningar vad gäller lindningarnas placering vid magnetkretsen.

SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN

5

Syftet med föreliggande uppfinning är att anvisa utvägar att förenkla och förbättra möjligheterna att reglera funktionen hos elektromagnetiska anordningar enligt ingressen till efterföljande patentkrav 1, varjämte bättre förutsättningar för rationell lindningsproduktion och -montering skall skapas.

Det grundläggande syftet med föreliggande uppfinning uppfylles genom att reglerinrättningen är anordnad att reglera frekvens, amplitud och/eller fas vad avser elektrisk energi till/från anordningen genom att reglerinrättningen innefattar organ för reglering av det magnetiska flödet i magnetkretsen.

Föreliggande uppfinning baserar sig följaktligen på idén att genom flödesreglering direkt påverka det magnetiska flödet i magnetkretsen i önskat avseende för att därigenom kunna reglera anordningens funktion. Därmed erhålles ett mycket rationellt och kostnadseffektivt utförande, varjämte erbjuder sig ökade möjligheter till reglering i och för uppnående av en optimerad drift.

Enligt ett speciellt föredraget utförande av uppfinningen innefattar reglerorganet minst en till magnetkretsen induktivt kopplad reglerlindning. Via reglerlindningen är följaktligen reglerinrättningen kapabel att effektuera erforderlig reglering av magnetflödet i magnetkretsen genom att via reglerlindningen applicera sådana reglerparametrar att det i magnetkretsen flytande magnetflödet påverkas i erforderlig utsträckning. Reglerlindningen skulle till och med kunna kortslutas. Magnetflödet kan då i vissa utföranden icke passera reglerlindningen. I beroende av magnetkretsens utförande kan partiell eller total blockering av magnetflödet uppstå.

Exempel på styrfunktioner som kan uppnås med den uppfinningsenliga lösningen är spänningsförändring och -stabilisering, eliminering av transienter, dämpning av oscillationer i kraftnätet,

1997 -11- 2 6

4

Huvudfaxen Kassar

bortfiltrering av övertoner, frekvensjusteringar och fasanpassningar (därest separat reglering för faserna ombesörjes). Det påpekas därvid att den uppfinningsenliga reglerinrättningen kan vara anordnad att till det magnetiska flödet i magnetkretsen addera ett magnetiskt tillskottsflöde, det vill säga att reglerinrättningen skulle kunna fungera för direkt energitillförsel.

10 Den uppfinningsenliga regleringen av magnetflödet i magnetkretsen innebär vid exempelvis en transformator att god reglering kan utövas över sekundärlindningsspänningen så att denna uppfyller uppställda krav trots besvärliga fluktuationer vad gäller primärspänningen eller den till sekundärlindningen anslutna belastningen.

15 Ytterligare detaljer och fördelar med den uppfinningsenliga flödesregleringen i magnetkretsen kommer att framgå av följande detaljerade beskrivning.

20 Inom ramen för uppfinningen ligger också att åtminstone en av den elektromagnetiska anordningens lindningar eller åtminstone en del av denna lindning innefattar minst en böjlig elektrisk ledare med ett hölje, som är magnetiskt permeabelt men kapabelt att väsentligen innesluta det kring ledaren uppstående elektriska fältet. Uttryckt i andra ordalag innebär detta att den böjliga elektriska ledaren och dess hölje (i form av ett isolationssystem) är bildade medelst en
25 böjlig kabel. Detta innebär väsentliga fördelar vad avser tillverkning och montering jämfört med hittills konventionella styva lindningar i prefabricerad form. Det enligt uppfinningen använda isolationssystemet innebär dessutom avsaknad av gas- och vätskeformiga isolationsmedier.

30 Genom att vid uppfinningen det kring den elektriska ledaren i kabeln uppstående elektriska fältet väsentligen inneslutes i isolationssystemet reducerar uppfinningen uppkommande förluster så att följaktligen anordningen kan fungera med en högre verkningsgrad. Reduktionen av förlusterna ger i sin tur upphov till lägre temperatur i anordningen, vilket reducerar kylbehovet och gör att eventuellt förekommande kylanordningar kan utformas enklare än i avsaknad av
35 denna aspekt av uppfinningen.

1997-11-26

5

Huvudfaxen Kassan

Vad gäller uppfinningen i dess skepnad av roterande elektrisk maskin skapas därmed förutsättningar för att driva maskinen med så hög spänning att konventionella "step up"-transformatorer kan uteslutas. Maskinen kan således drivas med väsentligt högre spänning än maskiner enligt teknikens ståndpunkt för att utföra direkt-

- 5 anslutning till elkraftnät. Detta medför väsentligt lägre investeringskostnader för system med en roterande elektrisk maskin och systemets totala verkningsgrad kan ökas. Uppfinningen eliminerar behovet av särskilda fältstyrningsåtgärder vid vissa områden av lindningen, vilka fältstyrningsåtgärder varit nödvändiga enligt tidigare teknik. En ytterligare fördel är att uppfinningen gör det lättare att åstadkomma under- och övermagnetisering i ändamål att reducera reaktiva effekter uppkommande när spänning och ström är ur fas med varandra.

- 15 Vad beträffar uppfinningsaspekten som krafttransformator/ reaktor eliminerar uppfinningen framför allt behovet av oljefyllning av krafttransformatorerna och därav följande problem och nackdelar.

- 20 Utformningen av lindningen så att den utmed åtminstone en del av sin längd innefattar en isolering bildad av ett fast isoleringsmaterial, innanför denna isolering ett inre skikt och utanför isoleringen ett yttre skikt med dessa skikt av halvledande material skapar möjlighet att innehålla det elektriska fältet i hela anordningen inom lindningen. Med det här använda uttrycket "fast isoleringsmaterial" avses att lindningen skall sakna vätske- eller gasformig isolering, till exempel i form av olja. Istället avses isoleringen vara bildad av ett polymert material. Också det inre och yttre skiktet är bildade av ett polymert material, dock ett halvledande sådant.

- 30 Det inre skiktet och den fasta isoleringen är fast förbundna med varandra över väsentligen hela gränsytan. Även det yttre skiktet och den fasta isoleringen är fast förbundna med varandra över väsentligen hela gränsytan däremellan. Det inre skiktet fungerar potentialutjämnande och därmed utjämnande vad avser det elektriska fältet utanför det inre skiktet som en konsekvens av dess halvledande egenskaper. Det yttre skiktet avses likaledes vara utformat av ett halvledande material och har åtminstone en elektrisk konduktivitet

- 35

1997-11-26

6

Huvudfoxen Kassan

5 som är högre än den hos isolationen för att det yttre skiktet genom anslutning till jord eller eljest relativt låg potential skall förmå dels att fungera potentialutjämnande, dels att i huvudsak innehålla det på grund av nämnda elektriska ledare uppstående elektriska fältet innanför det yttre skiktet. A andra sidan bör det yttre skiktet ha en resistivitet som är tillräcklig för att minimera de elektriska förlusterna i detsamma.

10 Den fasta förbindningen mellan isoleringsmaterialet och de inre och yttre halvledande skikten skall vara så likformig över väsentligen hela gränsytan att inga kaviteter, porer eller dylikt uppstår. Vid de höga spänningsnivåer som avses enligt uppfinningen kommer den elektriska och termiska belastningen som kan uppstå att ställa synnerligen höga krav på isoleringsmaterialet. Det är känt att så
15 kallade partial discharges, PD, generellt utgör ett allvarligt problem för isoleringsmaterial vid högspänningsanläggningar. Om kaviteter, porer eller dylikt uppstår kan vid höga elektriska spänningar inre koronauraddningar uppstå, varvid isoleringsmaterialet gradvis bryts ned och detta till slut kan leda till elektriskt genomslag genom
20 isoleringen. Detta kan medföra allvarliga haverier hos den elektromagnetiska anordningen. Isoleringen bör således vara homogen.

25 Det inre skiktet innanför isoleringen skall ha en elektrisk ledningsförmåga som är lägre än den hos den elektriska ledaren men tillräcklig för att det inre skiktet skall fungera potentialutjämnande och därmed utjämnande vad avser det elektriska fältet utanför det inre skiktet. Detta i kombination med den fasta förbindningen av det inre skiktet och isoleringen över väsentligen hela gränsytan, det vill säga frånvaron av kaviteter etc, innebär ett väsentligen likformigt
30 elektriskt fält utanför det inre skiktet och minimal risk för PD.

35 Det föredrages att det inre skiktet och den fasta isoleringen utgörs av material med väsentligen lika termiska utvidgningskoefficienter. Detsamma föredras vad beträffar det yttre skiktet och den fasta isoleringen. Detta innebär att de inre och yttre skikten och den fasta isoleringen kommer att bilda ett isolationssystem som vid temperaturförändringar utvidgar sig respektive drar sig samman likformigt såsom en monolitisk del utan att dessa temperaturförändringar ger

1997-11-26

7

Huvudfaxen Kassan

upphov till någon destruktion eller söndring i gränssytorna. Således säkerställs intim vidhäftning i kontaktytan mellan de inre och yttre skikten och den fasta isoleringen och förutsättningar för att vidmakthålla denna vidhäftning under långa driftsperioder. Vidhäftningen skall vara av den arten att vidhäftningen mellan åtminstone

det i det inre skiktet och den fasta isoleringen och företrädesvis också det yttre skiktet och den fasta isoleringen säkerställs också vid de böjningar som den elektriska ledningen och isolationssystemet kommer att underkastas. Det påpekas här att kabeln för att kunna utföra trädningen av lindningen bör vara böjlig i en krökningsradie som är mindre än 25 gånger kabeldiametern, företrädesvis mindre än 15 gånger kabeldiametern. Det mest föredragna är att kabeln är böjlig ned till en krökningsradie som är mindre än eller väsentligen lika med 8 gånger kabeldiametern.

Det är väsentligt att isolationssystemet består av material med en god elasticitet. Materialens E-modul bör vara förhållandevis låg, det vill säga att materialens deformationsmotstånd skall vara förhållandevis lågt. För att undvika att i gränssonen mellan olika skikt ingående i isolationssystemet äventyrliga skjuvspänningar uppstår föredrages att elasticiteten (E-modulen) hos de i isolationssystemet ingående skikten är väsentligen lika.

Den elektriska belastningen på isolationssystemet minskar som en följd av att de av halvledande material bestående inre och yttre skikten kring isoleringen kommer att tendera att utgöra väsentligen ekvipotentiella ytor och att därigenom det elektriska fältet i själva isoleringen kommer att fördelas relativt jämnt över isoleringens tjocklek.

Det är känt att högspänningskablar för överföring av elektrisk energi kan vara uppbyggda av ledare med en isolering av ett fast isoleringsmaterial med inre och yttre skikt av halvledande material. Vid överföring av elektrisk energi så har man sedan länge tagit fasta på att isoleringen skall vara fri från defekter. Vid högspänningskablar för transmission ändras dock ej den elektriska potentialen utmed kabelns längd utan potentialen ligger i princip på samma nivå. Dock kan även vid högspänningskablar för transmissionsbruk uppstå

1997 -11- 26

8

Huvudfaxen Kassen

momentana potentialskillnader på grund av transienta förlopp, såsom vid åsknedslag. Enligt föreliggande uppfinning utnyttjas vid den elektromagnetiska anordningen som lindning en böjlig kabel utformad enligt efterföljande krav.

5

En ytterligare förbättring kan åstadkommas genom att den elektriska ledaren i lindningen är uppbyggd av mindre så kallade karde-
ler, av vilka åtminstone vissa är isolerade från varandra. Genom att
göra dessa parter med relativt litet tvärsnitt, företrädesvis närmel-
sevis runt, så kommer det magnetiska fältet över parterna att uppvi-
sa en konstant geometri i förhållande till fältet och uppkomsten av
virvelströmmar minimeras därmed.

Lindningen utgöres enligt uppfinningen således företrädesvis av en
kabel innefattande den elektriska ledaren och det tidigare beskrivna
isolationssystemet, varvid dettas inre skikt sträcker sig kring leda-
rens parter. Utanför detta inre halvledande skikt finns kabelns hu-
vudisolation i form av ett fast isoleringsmaterial.

Det yttre halvledande skiktet skall enligt uppfinningen uppvisa så-
dana elektriska egenskaper att en potentialutjämning utmed ledaren
säkerställs. Dock får det yttre skiktet icke uppvisa sådana led-
ningsegenskaper att en ström kommer att ledas utmed ytan, vilket
skulle ge uppkomst till förluster som i sin tur kan orsaka oönskad
termisk belastning. För de inre och yttre skikten gäller de mot-
ståndsuppgifter (vid 20°C) som definieras i efterföljande krav 22
och 23. För det inre halvledande skiktet gäller att det måste uppvisa
tillräcklig elektrisk ledningsförmåga för att säkerställa potential-
utjämning för det elektriska fältet men samtidigt måste detta skikt
uppvisa sådan resistivitet att inneslutningen av det elektriska fältet
säkerställs.

Det är viktigt att det inre skiktet utjämnar oregelbundenheter hos
ledarens yta och bildar en ekvipotentialyta med hög ytfinish vid
gränsytan mot den fasta isoleringen. Det inre skiktet kan bildas med
varierande tjocklek men för att säkerställa en jämn yta med avseen-
de på ledaren och den fasta isoleringen är tjockleken lämpligen
mellan 0,5 och 1 mm.

1997-11-26

9

Huvudfaxen Kassar

En sådan böjlig lindningskabel som kommer till användning enligt föreliggande uppfinning vid dess elektromagnetiska anordning är en vidareutveckling av den i och för sig för transmissionsändamål använda PEX-kabeln eller en kabel med EP-gummiisolation. Vidareut-

vecklingen innefattar bland annat ett nytt utförande både vad den elektriska ledarens parter beträffar och också att kabeln, åtminstone vid vissa utföranden, icke avses ha något yttre hölje för mekaniskt skydd av kabeln. Dock är det möjligt enligt uppfinningen att utanför det yttre halvledande skiktet anordnas en ledande metallskärm och en yttre mantel. Metallskärmen kommer därvid att erhålla karaktären av yttre mekaniskt och elektriskt skydd, exempelvis mot åsknedslag. Det föredrages att det inre halvledande skiktet kommer att ligga på den elektriska ledarens potential. För detta ändamål avses åtminstone en av den elektriska ledarens kardeler vara isolerad och så anordnad att god elektrisk kontakt åstadkommes med det inre halvledande skiktet. Alternativt kan olika kardeler vara växelvis ledande med elektrisk kontakt mot det inre halvledande skiktet. Att tillverka transformator- eller reaktordlindningar av en böjlig kabel enligt ovan innebär drastiska skillnader vad gäller den elektriska fältfördelningen mellan konventionella krafttransformatorer/reaktorer och en krafttransformator/reaktor enligt uppfinningen. Den avgörande fördelen med en kabelformad lindning enligt uppfinningen är att det elektriska fältet är inneslutet i lindningen och att det således inte finns något elektriskt fält utanför det yttre halvledande skiktet. Det av den strömförande ledaren åstadkomna elektriska fältet uppträder endast i den fasta huvudisoleringen. Både ur konstruktions- och tillverkningssynpunkt innebär det väsentliga fördelar:

- 30 - Transformatorns lindningar kan utformas utan att behöva ta hänsyn till någon elektrisk fältfördelning och den under teknikens ståndpunkt omtalade transformeringen av parter bortfaller.
- 35 - Transformatorns kärnkonstruktion kan utformas utan att behöva ta hänsyn till någon elektrisk fältfördelning.

1997-11-26

10

Huvudfaxen Kassan

- Det behövs ingen olja för elektrisk isolation av lindningen, det vill säga lindningens omgivande medium kan vara luft.

- Inga speciella anslutningar krävs för elektrisk förbindelse mellan transformatorns yttre anslutningar och de närmaste anslutna spolarna/lindningarna eftersom den elektriska anslutningen till skillnad från konventionella anläggningar är integrerad med lindningen.

- 5
- 10
- Den tillverknings- och provningsteknologi som behövs för en krafttransformator enligt uppfinningen är väsentligt enklare än för en konventionell krafttransformator/reaktor eftersom de under teknikens ståndpunkt beskrivna impregnerings-, torknings- och vakuumbehandlingarna med mera ej är behövliga.

15

Vid tillämpning av uppfinningen som en roterande elektrisk maskin uppstår en väsentligt reducerad termisk påkänning på statorn. Tillfälliga överbelastningar av maskinen blir därmed mindre kritiska och det blir möjligt att driva maskinen vid överlast under längre tid utan att riskera skador. Detta innebär stora fördelar för kraftverksägare som vid störningar idag snabbt tvingas koppla om till andra utrustningar för att säkerställa lagstadgade leveranskrav.

20

- 25
- Med en roterande elektrisk maskin enligt uppfinningen kan underhållskostnaderna minska väsentligt tack vare att transformator samt brytare inte behöver ingå i systemet för att koppla maskinen mot kraftnätet.

30

Ovan har redan beskrivits huruvida det yttre halvledande skiktet hos lindningskabeln avses bli anslutet till jordpotential. Avsikten är därvid att skiktet utmed lindningskabelns hela längd skall hållas på väsentligen jordpotential. Det är möjligt att uppdelat det yttre halvledande skiktet genom avskärning i ett antal utmed lindningskabelns längd fördelade avsnitt, varvid varje enskilt skiktavsnitt kan anslutas direkt till jordpotential. Därmed skapas förutsättning för större likformighet utmed lindningskabelns längd.

35

1997-11-26

11

Huvudfaxen Kassen

Ovan har nämnts hurusom den fasta isoleringen och de inre och yttre skikten kan åstadkommas genom exempelvis extrudering. Andra tekniker är emellertid också väl möjliga, exempelvis bildning av dessa inre och yttre skikt respektive Isoleringen med hjälp av påsprutning av materialet ifråga.

Det föredrages att lindningskabeln utformas med ett cirkulärt tvärsnitt. Dock kan också andra tvärsnitt komma till användning i fall där man önskar erhålla bättre packningstäthet.

För att bygga upp spänning i den roterande elektriska maskinen läggs lindningskabeln i flera på varandra följande varv i spår i magnetkärnan. Lindningen kan utföras såsom en flerskiktad koncentrisk kabellindning för att minska antalet härvändskorsningar. Kabeln kan utföras med trappad isolation för att bättre utnyttja magnetkärnan, varvid spårens utformning också kan anpassas till lindningens avtrappade isolation.

En väsentlig fördel vid uppfinningens tillämpning vid en roterande elektrisk maskin är att det elektriska fältet är nära noll i härvändsregionen utanför den yttre halvledaren och att med jordpotential på det yttre halvledande skiktet behöver inte det elektriska fältet styras. Detta innebär att man inte kan få några fältkoncentrationer varken inom kärnan, i härvändsregioner eller i övergången mellan dessa.

Vid ett förfarande för tillverkning av en anordning enligt uppfinningen utnyttjas såsom lindning en böjlig kabel som träds in i öppningar utformade i spår i en magnetisk kärna hos den roterande elektriska maskinen. Kabelns böjlighet medför att en kabellängd kan förläggas i flera varv i en härva. Härvändarna kommer då att utgöras av böjzoner hos kablarna. Kabeln kan även skarvas på så sätt att dess egenskaper förblir konstanta över kabellängden. Detta förfarande innebär väsentliga förenklingar jämfört med teknikens ståndpunkt. De sköbelstavarna är ej böjliga utan måste förformas till önskad form. Isolering och impregnering av härvorna är också synnerligen komplicerade och dyrbar teknik vid framställning av roterande elektriska maskiner av idag.

1997-11-26

12

Huvudfaxen Kassa

Sammanfattningsvis gäller således att en elektromagnetisk anordning i form av en roterande elektrisk maskin enligt uppfinningen innebär ett betydande antal viktiga fördelar relativt motsvarande maskiner enligt teknikens ståndpunkt. För det första kan den uppfinningsenliga maskinen anslutas direkt till ett kraftnät vid alla typer av högspänning. En annan väsentlig fördel är att jordpotential konsekvent har förts längs åtminstone en del av och företrädesvis längs hela lindningen, vilket innebär att härvändsregionen kan göras kompakt och att stagningsanordningar i härvändsregionen kan anbringas på, i det närmaste, jordpotential. Såsom ovan redan påpekats med avseende på krafttransformatorer/reaktorer försvinner också vid roterande elektriska maskiner oljebaserade isolations- och kylsystem. Detta innebär att inga tätningsproblem uppstår och att den tidigare omtalade dielektriska ringen inte längre behövs. Väsentligt är också att all forcerad kylning kan ske på jordpotential.

- 5 maskiner enligt teknikens ståndpunkt. För det första kan den uppfinningsenliga maskinen anslutas direkt till ett kraftnät vid alla typer av högspänning. En annan väsentlig fördel är att jordpotential konsekvent har förts längs åtminstone en del av och företrädesvis längs hela lindningen, vilket innebär att härvändsregionen kan göras kompakt och att stagningsanordningar i härvändsregionen kan anbringas på, i det närmaste, jordpotential. Såsom ovan redan påpekats med avseende på krafttransformatorer/reaktorer försvinner också vid roterande elektriska maskiner oljebaserade isolations- och kylsystem. Detta innebär att inga tätningsproblem uppstår och att den tidigare omtalade dielektriska ringen inte längre behövs. Väsentligt är också att all forcerad kylning kan ske på jordpotential.

KORT BESKRIVNING AV RITNINGARNA

- 20 Under hänvisning till bifogade ritningar följer nedan en närmare beskrivning av såsom exempel anförda utföranden av uppfinningen.

På ritningarna är:

- 25 Fig 1 en schematisk vy illustrerande en uppfinningsenlig anordning i form av en transformator,

fig 2 en schematisk vy av en transformatorvariant,

- 30 fig 3 en schematisk vy av en ytterligare transformatorvariant,

fig 4 en vy av ett utförande liknande det i fig 3 men avseende en reaktor,

- 35 fig 5 är en schematisk vy illustrerande ett generatorutförande,

fig 6 en delvis skuren vy visande de i den aktuella modifierade standardkabeln ingående delarna,

1997-11-26

13

Huvudfaxen Kassa

fig 7 en axiell ändvy av en sektor/podelning hos en magnetkrets enligt uppfinningen,

5 ~~fig 8 en vy visande den elektriska fältfördelningen kring en lindning~~
hos en konventionell krafttransformator/reaktor,

fig 9 en perspektivisk vy illustrerande en utföringsform av en krafttransformator enligt uppfinningen,

10

fig 10 en tvärsnittsvy illustrerande en relativt fig 1 modifierad kabelstruktur med flera elektriska ledare, och

15

Fig 11 ett tvärsnitt av en ytterligare kabelstruktur omfattande flera elektriska ledare men i en annan anordning än den i fig 6.

BESKRIVNING AV FÖREDRAGNA UTFÖRANDEFORMER

20 Den i fig 1 illustrerade elektromagnetiska anordningen har formen av en transformator. Denna uppvisar en magnetkrets 1 och två elektriska kretsar 2, 3 vardera innefattande åtminstone en spolformad lindning 4 respektive 5.

25 I exemplet illustreras huru som transformatorn uppvisar en kärna 6 av ett magnetiskt material. Kärnan består lämpligen av ett paket av magnetiska skivor för att reducera virvelströmsförluster. Det påpekas emellertid att det icke är någon förutsättning för uppfinningens tillämpning att en kärna verkligen föreligger. Luftlindade utföranden etc är således väl möjliga inom ramen för uppfinningstanken. Härav
30 följer att begreppet magnetkrets skall tolkas i vid bemärkelse. Begreppet ifråga innebär således icke mer än att av förekommande lindningar 4, 5 genererade magnetfält skall vara kapabla att generera ett magnetiskt flöde.

35 Den uppfinningsenliga anordningen innefattar en generellt med 7 betecknad inrättning för att reglera funktionen hos transformatorn. Denna reglerinrättning 7 är anordnad att reglera frekvens, amplitud och/eller fas vad avser elektrisk effekt som lämnar transformatorn. I

1997 -11- 2 6

14

Huvudfaxen Kassan

exemplet bildar den elektriska kretsen 2 transformatorns primärsida medan den elektriska kretsen 3 utgör transformatorns sekundärsida. Effekt från anordningen avgår således via sekundärkretsen 3, till vilken en schematiskt med 8 antydd belastning är kopplad. Denna belastning kan vara av godtyckligt slag, exempelvis rena förbrukare men också distributions- och transmissionsnät.

Reglerinrättningen 7 innefattar organ 9 för reglering av det magnetiska flödet i magnetkretsen 1. Reglerorganet 9 inkluderar i exemplet minst en till magnetkretsen 1 induktivt kopplad reglerlindning. I exemplet är denna reglerlindning 9 lindad kring ett parti av kärnan 6. I ett kärnlöst transformatorutförande måste reglerlindningen 9 samordnas så med primär- och sekundärlindningarna 4 respektive 5 att det i den kärnlösa magnetkretsen inducerade magnetiska flödet är induktivt kopplat till reglerlindningen 9.

Reglerinrättningen 7 tänkes enligt ett föredraget utförande av uppfinningen vara av aktiv typ, det vill säga att styrinrättningen 7 skall vara anordnad att aktivt styra via reglerlindningen 9 så att det magnetiska flödet i magnetkretsen 1 erhåller önskad karaktär. Det föredrages därvid att reglerinrättningen 7 inbegriper en yttre kraftkälla så att reglerinrättningen 7 skall vara kapabel att reglera det magnetiska flödet genom magnetkretsen 1 genom att bringa en ström att flyta genom lindningen 9. Uppfinningen speciellt fördelaktig i samband med högspänningstillämpningar. Detta innebär följaktligen att förhållandevis hög spänning normalt avses vara förknippad med de elektriska kretsarna 2 och 3. För regleringsändamål räcker det emellertid i ett sådant fall att reglerinrättningen 7 bringar en relativt hög ström att flyta i lindningen 9 med en relativt låg spänning. För regleringsändamål kan därvid reglerinrättningen 7 vara anordnad att till det magnetiska flödet i magnetkretsen 1 addera ett magnetiskt tillskottsflöde. Detta tillskottsflöde kommer att adderas till det eljest förekommande flödet och genom lämplig styrning av detta tillskottsflöde kan önskade parametrar med avseende på den via sekundärkretsen 3 utgående effekten uppnås. Som underlag för sin reglerfunktion kan inrättningen 7 vara anordnad att från en spänningsmätanordning 10 erhålla en spänningsinformation avseende spänningen i sekundärkretsen och/eller över belastningen 8. Ett ström-

1997-11-26

15

Huvudfaxen Kassa

mätningssorgan 11 tjänstgör för strömmätning i sekundärkretsen 3. Tillskottsflödet som genereras via reglerinrättningen 7 kan såsom tidigare nämnts nyttjas för att reglera frekvens, amplitud och/eller fas vad avser den via sekundärkretsen 3 utgående effekten.

5

Det påpekas att reglerinrättningen 7 kan vara anordnad att via en ingång 12 erhålla externa reglerinstruktioner.

- 10 Det påpekas vidare att reglerinrättningen 7 kan vara anordnad att
effektuera en passiv reglering via reglerlindningen 9. Med passiv
reglering i detta avseende menas att kraft från någon yttre källa
icke nyttjas för regleringen. I detta sammanhang påpekas att
styrinrättningen 7 kan vara kapabel att över reglerlindningen 9
15 inkoppla ett eller flera passiva element, såsom resistorer,
kapacitanser eller induktanser kopplade i serie eller parallellt.
Dylka passiva element kopplade till reglerlindningen 9 på ett för
ändamålet anpassat sätt möjliggör således olika inverkningar på det
magnetiska flödet, vilka inverkningar i sin tur resulterar i kon-
20 sekvenser vad beträffar frekvens, amplitud och/eller fas vad avser
den elektriska effekten från anordningen.

I fig 1 framgår också huruvida anordningen på primärsidan uppvisar
en spänningsmätanordning 13 och en strömmätanordning 14 i likhet
med vad som förekommer på sekundärsidan.

25

- I fig 2 illustreras ett transformatorutförande som skiljer sig från det
nyss i fig 1 beskrivna blott i det avseendet att den magnetiska
kretsen 1 här innefattar en kärna 6 som innefattar ett ytterligare ben
16 utöver det i fig 1 på sekundärsidan förekommande, med 15 be-
tecknade och det på primärsidan förekommande och med 17 be-
tecknade. Detta innebär således att kärnan 6 enligt fig 2 kommer att
bilda två olika flödesbanor schematiskt angivna med 18 respektive
19. Reglerlindningen 9a är här anbragt kring det centrala benet 16,
det vill säga vid flödesbanan 18, som givetvis genomgår
30 transformatorns primärlindning 4. Den andra flödesbanan 19 där-
emot passerar förbi reglerlindningen 9a via sekundärlindningen 5.
Via reglerinrättningen 7 är det nu möjligt att medelst reglerlind-
ningen 9a påverka magnetflödet i benet 16, vilket i sin tur kommer

35

1997 - 11 - 26

Huvudfaxen Kassar

16

att påverka magnetflödet i benet 15 genom sekundärsidans lindning 5. Uttryckt i andra ordalag är således reglerlindningen 9a här enbart förknippad med en av de två flödesbanorna.

5 ~~Varianten i fig 3 innebär tilläggande av en ytterligare reglerlindning~~
9b2 till den redan förekommande 9b1. Dessa två reglerlindningar
anordnas kring var sin av benen 16b, 15b, det vill säga att dessa
reglerlindningar 9b1 och 9b2 kommer att höra till var sin av flödes-
banorna 18, 19. Reglerinrättningen 7b innefattar här en reglerings-
10 enhet 20, som i sin tur styr reglerelement 21 respektive 22 samord-
nade med reglerlindningarna 9b1 respektive 9b2. Genom att aktivt
eller passivt styra reglerelementen 21, 22 via reglerenheten 20 kan
anpassning göras så att det magnetiska flödet antingen går igenom
blott en av flödesbanorna 18, 19 eller uppdelas på dessa.

15

I anslutning till fig 3 må också nämnas att transformatorns sekun-
därlindning 4b innefattar åtminstone två seriekopplade lindningsde-
lar 23 respektive 24. Huvudlindningsdelen 23 genomflytes av mag-
netflödet i båda flödesbanorna 18, 19 medan lindningsdelen 24 blott
20 genomflytes av flödet i flödesbanan 19. Detta innebär således att
när medelst reglerlindningarna 9b1 och 9b2 magnetflödet tillåts att
passera endast genom benet 16b något magnetflöde icke går ige-
nom lindningsdelen 24. Detta innebär således en lägre utgående
spänning än vad som gäller för driftsfallet när magnetflödet passe-
25 rar helt genom flödesbanan 19 än när då båda sekundärlindningsde-
larna 23 och 24 genomflytes av det totala magnetflödet. I ett sådant
driftsfall avses följaktligen reglerlindningen 9b1 ha brutit magnetflö-
det genom benet 16b helt eller åtminstone delvis.

30 I fig 4 illustreras ett reaktorutförande i någon mån påminnande om
transformatorn enligt fig 3. Skillnaden består i att reaktorn saknar
sekundärsida så att istället dess effektlindning är uppdelad i två
lindningsdelar 25, 26. Såsom i det föregående utförandet förekom-
mer två reglerlindningar 9c1 och 9c2, medelst vilka magnetflödet
35 kan styras så att det i önskad grad passerar genom lindningsdelen
26. Hela flödet passerar alltid genom lindningsdelen 25.

1997-11-26

17

Huvudfaxen Kassan

I fig 5 illustreras ett synnerligen förenklat generatorutförande, vars rotor är betecknad 26. Denna tänkes i exemplet vara en permanentmagnetsrotor. Det vore emellertid också möjligt att utforma rotorn med fältlindningar. Magnetkretsen 1d uppvisar här en utgående elektrisk krets 5d induktivt kopplad till magnetflödet i kärnan

6d. Kärnan 6d har partier belägna i anslutning till rotorn 26 så att under rotorns rotation permanentmagneterna kommer att generera ett magnetiskt flöde i kärnan. Detta flöde passerar genom den utgående lindningen 5d och alstrar i denna en utgående effekt. Reglerinrättningen 7d innefattar såsom tidigare en reglerlindning 9d induktivt kopplad till magnetkretsen 1d. Mätanordningar 10d respektive 11d för spänning och ström förekommer också här för övervakning av den utgående effekten. Med hjälp av reglerinrättningen 7d kan nu reglerlindningen 9d underkastas för regleringsändamålet erforderlig funktionalitet, passivt eller aktivt i ändamål att bibringa den utgående effekten från generatoren önskade egenskaper med avseende på frekvens, amplitud och/eller fas.

Det betonas att i figurerna ytterst förenklade utförandeformer redovisas och detta närmare bestämt med endast en fas. I realiteten kan utförandena vara väsentligt mer komplicerade, i synnerhet flerfasiga. Antalet lindningar och lindningsdelar kan vara väsentligt större än det som redovisats icke endast vad gäller primär- och sekundärlindningar utan också vad gäller antalet reglerlindningar. Också magnetkretsarna kan ha varierande utförande i beroende av funktionella krav.

Det påpekas speciellt att den omständigheten att enligt uppfinningen åtminstone en av förekommande lindningar inbegriper en elektrisk ledare omgiven av två inbördes åtskilda ekvipotentialskiikt och en mellan dessa anbragt, fast isolering innebär att det elektriska fältet kring ledaren kommer att väsentligen inneslutas i kabeln så att primär- och sekundärlindningar med mycket stor frihet kan förläggas var som helst på den magnetiska kretsen. Till och med blandning av lindningarna är möjlig. Det påpekas också i detta sammanhang att reglerinrättningen är tillämpbar för transformatorer både av typen med kärna och skal.

1997-11-26

18

Huvudfaxen Kassa

I synnerhet vid högspänningstillämpningar är nyss beskriven utformning av lindningen lämplig. Det påpekas därvid att normalt reglerlindningen/reglerlindningarna 9 kommer att vara på lägre potential än effektlindningarna, varför reglerlindningen/reglerlindningarna icke nödvändigtvis måste vara utformade med sådant

5 Isolationssystem som åtminstone någon av effektlindningarna.

En viktig aspekt för att kunna nå fram till en elektromagnetisk anordning i enlighet med uppfinningen är att för åtminstone en av

10 lindningarna, bortsett från reglerlindningen/-lindningarna använda en ledarkabel med fast elektrisk isolering, med ett inre halvledande skikt mellan isoleringen och en eller flera innanförliggande elektriska ledare och med ett yttre halvledande skikt beläget utanför isoleringen. Sådana kablar finns som standardkablar för andra

15 krafttekniska användningsområden, nämligen krafttransmission. För att kunna redogöra för en utföringsform skall inledningsvis ges en kortfattad beskrivning av en standardkabel. Den inre strömförande ledaren består av ett antal kardeler. Kring kardelerna finns ett halvledande inre skikt eller hölje. Utanför detta halvledande inre

20 skikt finns ett isolerande skikt av fast isolering. Den fasta isoleringen bildas av ett polymert material med låga elektriska förluster och hög genomslagsstyrka. Såsom konkreta exempel må nämnas polyeten (PE) och då särskilt tvärbunden polyeten (PEX) och etenpropen (EP). Kring det yttre halvledande skiktet kan vara

25 anordnad en metallskärm och ett yttre isolerande hölje. De halvledande skikten består av ett polymert material, till exempel etensampolymer, med en elektriskt ledande beståndsdel, till exempel ledande sot. En sådan kabel kommer nedan att omtalas som en kraftkabel.

30 En föredragen utföringsform av en kabel avsedd som lindning i en roterande elektrisk maskin framgår av figur 6. Kabeln 41 visas i figuren som innefattande en strömförande ledare 42 som innefattar transponerade både oisolerade och isolerade kardeler.

35 Elmaskinmässigt transponerade, fast isolerade kardeler kan också tänkas. Dessa kardeler kan vara slagna/transponerade i ett antal skikt. Kring ledaren finns ett inre halvledande skikt 43 som i sin tur omges av ett homogent skikt av ett fast isoleringsmaterial. I

isoleringen 44 saknas således helt isoleringsmaterial av vätske- och gastyp. Detta skikt 44 omges av ett yttre halvledande skikt 45. Den kabel som används som lindning i den föredragna utföringsformen kan vara försedd med metallskärm och yttre mantel men behöver inte vara detta. För att undvika inducerade strömmar och därmed förknippade förluster i det yttre halvledande skiktet 45 skärs detta av, företrädesvis i härvändsutliggningen, dvs i övergångarna från plåtpaket till härvkorg. Avskärningen utföres så att det yttre halvledande skiktet 45 kommer att uppdelas i flera utmed kabeln fördelade, från varandra elektriskt helt eller delvis åtskilda delar. Varje avskuren del ansluts sedan till jord varvid det yttre halvledande skiktet 35 kommer att hållas på eller nästan på jordpotential i hela kabellängden. Detta innebär att kring den fast isolerade lindningen vid härvändarna har de beröringsbara och de, efter viss tids användning, smutsiga ytorna endast försumbara potentialer till jord samt att de även orsakar försumbara elektriska fält.

För att optimera en roterande elektrisk maskin är magnetkretsens utformning vad beträffar spåren respektive tändarna av betydelse. Spåren bör anslutas så nära härvsidornas hölje som möjligt. Det är också önskvärt att tändarna på varje radiell nivå är så breda som möjligt. Detta är viktigt för att minimera maskinens förluster, magnetiseringsbehov m m.

Med tillgång till en ledare för lindningen som den ovan omtalade kabeln finns stora möjligheter att kunna optimera magnetkärnan ur nämnda synpunkter. I det följande refereras till en magnetkrets i den roterande elektriska maskinens stator. I figur 7 visas en utföringsform av en axiell ändvy av en sektor/poldelning 46 hos en maskin enligt uppfinningen. Rotor med rotorpol är betecknad med 47. Statoren är på konventionellt sätt sammansatt av en laminerad kärna av elplåt successivt sammansatt av sektorformade plåtar. Från ett radiellt ytterst beläget ryggparti 48 av kärnan sträcker sig ett antal tänder 49 radiellt in mot rotorn. Mellan tändarna finns ett motsvarande antal spår 50. Användning av kablar 51 enligt ovan medger bl a att spårens djup för högspänningsmaskiner kan göras större än vad som har varit möjligt enligt teknikens ståndpunkt.

1997-11-26

20

Huvudfaxen Kassen

Spåret har ett mot rotorn avtrappat tvärsnitt eftersom behovet av kabelisolation blir lägre för varje lindningsskikt in mot rotorn. Som det framgår av figuren består spåret av i huvudsak ett cirkulärt tvärsnitt 52 kring varje skikt hos lindningen med smalare midjepartier 53 mellan skikten. Ett sådant spårtvärsnitt kan med viss rätt omtalas som ett "cykelkedjespår". Eftersom det i en sådan högspänningsmaskin kommer att behövas ett relativt stort antal skikt och tillgången på aktuella kabeldimensioner vad isolation och yttre halvledare beträffar är begränsat, kan det i praktiken bli svårt att åstadkomma en önskvärd kontinuerlig avtrappning av kabelisolering respektive statorspåret. I det i figur 7 visade utföringsexemplet användes kablar med tre olika dimensioner på kabelisolering, anordnade i tre i överensstämmelse därmed dimensionerade anordningar 54, 55 och 56, dvs att man i praktiken kommer att ha ett modifierat cykelkedjespår. Av figuren framgår också att statortanden 49 kan utformas med en praktiskt taget konstant radiell bredd utmed hela spårets djup.

Det påpekas ånyo att de i fig 7 med 54, 55 och 56 betecknade lindningssektionerna motsvarar den i fig 5 med 5d betecknade lindningen. I fig 7 är däremot en eller flera lindningar motsvarande reglerlindningen 9 i fig 5 betecknad med hänvisningen 40. Dessa reglerlindningar 40 ligger i exemplet förlagda längst radiellt ut från rotorn. Det påpekas att det icke är nödvändigt att reglerlindningen 9 förläggs på den i fig 7 med 40 betecknade platsen.

I en alternativ utföringsform kan den kabel som används som lindning vara en konventionell kraftkabel som den ovan omtalade. Jordningen av det yttre halvledande skiktet 45 sker då genom att kabelns metallskärm och mantel skalas av på lämpliga platser.

Inom ramen för uppfinningen ryms ett stort antal, beroende på tillgängliga kabeldimensioner vad isolation och det yttre halvledarskiktet m m beträffar, alternativa utföringsformer. Även utföringsformer med sk cykelkedjespår kan modifieras utöver vad som här beskrivits.

1997-11-26

Huvudfaxen Kassen

21

Som omtalat ovan kan magnetkretsen befinna sig i den roterande elektriska maskinens stator och/eller rotor. Magnetkretsens utformning kommer dock i stora drag att motsvara ovanstående beskrivning oberoende av om magnetkretsen befinner sig i statorn och/eller rotorn.

Som lindning används företrädesvis en lindning som kan beskrivas som en flerskikts koncentrisk kabellindning. En sådan lindning innebär att antalet korsningar vid härvändorna har minimerats genom att samtliga härvor inom samma grupp har placerat radiellt utanför varandra. Detta medger också ett enklare förfarande vid tillverkningen och trädningen av statorlindningen i de olika spåren. Genom att den enligt uppfinningen använda kabeln är relativt lättböjlig låter sig lindningen åstadkommas genom en förhållandevis enkel trädningsoperation, i vilken den böjliga kabeln träds in i de öppningar 52 som finns i spåren 50.

I figur 8 visas förenklat och principiellt den elektriska fältfördelningen kring en lindning hos en konventionell krafttransformator/reaktor, där 57 är en lindning och 58 en kärna och 59 anger ekvipotentiallinjer, dvs linjer där det elektriska fältet har samma storlek. Lindningens nedre del förutsättes befinna sig på jordpotential.

Potentialfördelningen bestämmer isolationssystemets uppbyggnad eftersom man måste ha tillräcklig isolation både mellan intilliggande varv hos lindningen och mellan varje varv och jord. Av figuren framgår således att den övre av lindningen utsättes för de högsta isolationstekniska belastningarna. En lindnings utformning och placering relativt kärnan bestäms på detta sätt huvudsakligen av den elektriska fältfördelningen i kärnfönstret.

Den kabel som kan komma till användning i de lindningar som ingår i torra krafttransformatorer/reaktorer enligt uppfinningen har beskrivits med ledning av fig 1. Kabeln kan, som omtalat tidigare, vara försedd med andra för speciella ändamål avsedda ytterligare yttre skikt, exempelvis för att förhindra för höga elektriska påkänningar på övriga områden av transformatorn/reaktorn. Ur

1997-11-26

22

Huvudfaxen Kassen

geometrisk dimensionssynpunkt kommer de aktuella kablarna i regel att ha en ledararea som ligger mellan 2 och 3000 mm² och en yttre kabeldiameter som ligger mellan 20 och 250 mm.

- 5 Lindningar hos en torr krafttransformator/reaktor tillverkad av den under redogörelsen för uppfinningen redovisade kabeln kan komma till användning både vid enfas-, trefas- och flerfas-transformatorer/reaktorer oberoende av hur kärnan är utformad. En utföringsform framgår av figur 8 som visar en trefas laminerad kärntransformator. Kärnan består på konventionellt sätt av tre kärnben 60, 61 och 62 samt de sammanhållande oken 63 och 64. I den visade utföringsformen har både kärnbenen och oken avtrappade tvärsnitt.
- 10
- 15 Koncentriskt kring kärnbenen finns de med kabel utformade lindningarna. Den i figur 9 visade utföringsformen har som det framgår tre koncentriska lindningsvarv 65, 66 och 67. Det innersta lindningsvarvet 65 kan representera primärlindningen och de två övriga lindningsvarven 63 och 64 kan representera sekundärlindningen. För att inte belasta figuren med för många detaljer är lindningarnas anslutningar ej visade. Av figuren i övrigt framgår att i den visade utföringsformen finns på vissa platser runt lindningarna distansskenor 68 och 69 med flera olika funktioner. Distansskenorna kan vara utformade av isolerande material
- 20
- 25 avsedda att ge ett visst utrymme mellan de koncentriska lindningsvarven för kylning, stagning m m. De kan också vara utformade av elektriskt ledande material för att ingå i lindningarnas jordningssystem.
- 30 I fig 9 är ej några reglerlindningar 9 inritade.

1997-11-26

23

Huvudfaxen Kassen

ALTERNATIVA KABELUTFORMNINGAR

I den i fig 10 illustrerade kabelvarianten nyttjas lika hänvisningsbeteckningar som tidigare blott med tillfogande av den utförandekarakteristiska bokstaven a. I detta utförande omfattar kabeln flera elektriska ledare 42a, som är inbördes åtskilda med hjälp av isoleringen 44a. Uttryckt i andra ordalag tjänstgör isoleringen 44a både för isolation mellan individuella angränsande elektriska ledare 42 och mellan dessa och omgivningen. De olika elektriska ledarna 42a kan förläggas på olika sätt, något som föranleder varierande tvärsnittsform hos kabeln i dess helhet. I exemplet enligt fig 10 illustreras huruvida ledarna 42a är förlagda på en rät linje, något som föranleder en relativt flat tvärsnittsform hos kabeln. Av detta kan slutsatsen dras att kabelns tvärsnittsform kan variera inom vida gränser.

I fig 10 tänkes mellan angränsande elektriska ledare föreligga en spänning som är mindre än fasspänning. Närmare bestämt tänkes de elektriska ledarna 42a i fig 10 vara bildade av olika varv i själva lindningen, något som innebär att spänningen mellan dessa angränsande ledare är förhållandevis måttlig.

Såsom tidigare föreligger ett halvledande yttre skikt 45a utanför den av ett fast isoleringsmaterial åstadkomna isoleringen 44a. Ett inre skikt 43a av ett halvledande material är anordnat kring envar av nämnda elektriska ledare 42a, dvs att var och en av dessa uppvisar ett eget omgivande inre halvledande skikt 43a. Detta skikt 43a kommer således att fungera potentialutjämnande vad beträffar den individuella elektriska ledaren.

Varianten i fig 11 nyttjar lika hänvisningsbeteckningar som tidigare blott med tillägg av den utförandespecifika bokstaven b. Även här föreligger flera, närmare bestämt 3, elektriska ledare 42b. Mellan dessa tänkes i exemplet fasspänning föreligga, dvs en väsentligt högre spänning än den som föreligger mellan ledare 42a i utförandet enligt fig 10. I fig 11 föreligger ett inre halvledande skikt 43b, innanför vilket de elektriska ledarna 42b är anordnade. Var och en av de elektriska ledarna 42b är emellertid omsluten av ett eget ytterligare skikt 70 med egenskaper som motsvarar det inre skiktets

1997-11-26

24

Huvudfaxen Kassen

43b ovan diskuterade egenskaper. Mellan varje ytterligare skikt 70 och det kring dessa anordnade skiktet 43b föreligger isoleringsmaterial. Följaktligen kommer skiktet 43b att föreligga som ett potentialutjämnande skikt utanför de elektriska ledarnas egna ytterligare skikt 60 av halvledande material, varvid dessa ytterligare skikt 70 befinner sig i anslutning till respektive elektriska ledare 42b för att förläggas på lika potential som denna.

MÖJLIGA MODIFIKATIONER

10

Det är givet att uppfinningen icke blott är begränsad till de utföranden som ovan redovisats. Således kommer fackmännen inom teknikområdet att inse att en mängd detaljmodificeringar är möjliga när väl kännedom om den grundläggande uppfinningstanken erhållits

15

utan att för den skull avvika från uppfinningstanken sådan denna definieras i efterföljande patentkrav. Såsom exempel påpekas att uppfinningen icke är begränsad till de specifika materialval som exemplifieras ovan. Funktionellt likvärdiga material kan således användas istället. Vad gäller tillverkningen av isolationssystemet

20

enligt uppfinningen påpekas att också andra tekniker än extrudering och sprutning är möjliga så länge intimitet mellan de olika skikten uppnås. Vidare påpekas att fler ekvipotentialsikt skulle kunna anordnas. Exempelvis skulle ett eller flera ekvipotentialsikt av halvledande material kunna anbringas i isoleringen mellan de ovan

25

som "inre" och "yttre" betecknade. Änjo påpekas att det enligt uppfinningen normalt inte bör vara nödvändigt att utforma reglerlindningarna 9 medelst en sådan böjlig kabel som avhandlas ovan som en konsekvens av att reglerlindningen eller reglerlindningarna normalt ligger på lägre spänning än övriga lindningar hos aktuell elektromagnetisk anordning. Närmare bestämt kan övriga lindningar vara direkta högspänningslindningar. I övrigt påpekas att den exakta reglerprincipen vid utövande av det uppfinningsenliga förfarandet kan varieras på en mängd sätt inom ramen för de reglerfunktioner som åsyftas.

30

35

1997-11-26

25

Huvudfaxen Kassar

Patentkrav

1. Elektromagnetisk anordning innefattande åtminstone en magnetkrets (1) och åtminstone en elektrisk krets (2,3) innefattande
5 ~~åtminstone en lindning (4,5), varvid de magnetiska och elektriska~~
kretsarna är induktivt kopplade till varandra och varvid anordningen innefattar en reglerinrättning (7) för att reglera funktionen hos anordningen, *kännetecknad* därav, att reglerinrättningen (7) är anordnad att reglera frekvens, amplitud och/eller fas vad avser
10 elektrisk effekt till/från anordningen genom att reglerinrättningen innefattar organ (9) för reglering av det magnetiska flödet i magnetkretsen, och att den åtminstone ena lindningen (4,5) eller åtminstone en del därav innefattar minst en elektrisk ledare (42) med ett isolationssystem innefattande en elektrisk isolering (44)
15 bildad av ett fast isoleringsmaterial och innanför detta ett inre skikt (43), att den åtminstone ena elektriska ledaren (42) är anordnad innanför det inre skiktet (43) och att det inre skiktet har en elektrisk konduktivitet som är lägre än den elektriska ledarens konduktivitet men tillräcklig för att bringa det inre skiktet (43) att fungera
20 utjämnande vad avser det elektriska fältet utanför det inre skiktet.

2. Anordning enligt krav 1, *kännetecknad* därav, att reglerorganet innefattar minst en till magnetkretsen induktivt kopplad reglerlindning (9).

25

3. Anordning enligt krav 1 eller 2, *kännetecknad* därav, att reglerinrättningen (7) är anordnad att reglera reluktansen i magnetkretsen.

30

4. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att reglerinrättningen är anordnad att till det magnetiska flödet i magnetkretsen addera ett magnetiskt tillskottsflöde.

35

5. Anordning enligt krav 3, *kännetecknad* därav, att i magnetkretsen ingår material med en permeabilitet större än 1 och att reglerinrättningen (7) är anordnad att reglera reluktansen i magnetkretsen genom att variera permeabiliteten hos en eller flera sådana zoner av magnetkretsen som har variabel permeabilitet.

1997 -11- 26

26

Huvudfaxen Kassan

6. Anordning enligt krav 5, *kännetecknad* därav, att zonen eller zonerna med variabel permeabilitet innefattar ett eller flera gap i magnetkretsen.

5 7. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att magnetkretsen saknar magnetisk kärna.

8. Anordning enligt något av kraven 1-6, *kännetecknad* därav, att lindningen är lindad kring en magnetkärna (6).

10

9. Anordning enligt krav 2 och ett eller flera av resterande krav, *kännetecknad* därav, att reglerlindningen (9) och den elektriska kretsens lindning (4,5) är anordnad att genomflytas av väsentligen samma magnetiska flöde.

15

10. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att anordningen bildar en reaktor anordnad att medelst den åtminstone ena reglerlindningen reglera frekvens, amplitud och/eller fas avseende den elektriska effekt som flyter i den elektriska kretsens lindning (4,5).

20

11. Anordning enligt något av kraven 1-8 eller 10, *kännetecknad* därav, att den elektriska kretsen (2) uppvisar minst två seriekopplade lindningar (23, 24), att magnetkretsen innefattar åtminstone två alternativa flödesbanor (18,19), att den åtminstone ena reglerlindningen är anordnad att styra det magnetiska flödet att passera i någon av eller båda dessa flödesbanor och att den elektriska kretsens båda lindningar är så placerade att den ena av dem medelst sagda åtminstone ena reglerlindning är möjlig att koppla bort från magnetiskt flöde.

25

30

12. Anordning enligt något av kraven 1-9 eller 11, *kännetecknad* därav, att magnetkretsen är anordnad i statorn eller rotern till en roterande elektrisk maskin.

35

13. Anordning enligt något av kraven 1-9, *kännetecknad* därav, att magnetkretsen (1) hör till en transformator med primär- och sekundärlindningar (4,5) och att primär- och sekundärlindningarna

1997-11-26

27

Huvudfaxen Kassa

samt reglerlindningen (9) är anordnade att genomflytas av samma magnetiska flöde.

14. Anordning enligt något av kraven 1-8 vid en transformator, *kännetecknad* därav, att transformatorns sekundärlindning innefattar åtminstone två seriekopplade lindningsdelar, att magnetkretsen innefattar åtminstone två alternativa flödesbanor (18,19), att åtminstone två förekommande reglerlindningar (9b1,9b2,9c1,9c2) är anordnade att styra det magnetiska flödet att passera i någon av eller båda dessa flödesbanor och att sekundärlindningens båda lindningsdelar är så placerade att den ena av dem medelst reglerlindningarna är möjlig att koppla bort från magnetiskt flöde.
15. Anordning enligt något av kraven 11 och 14, *kännetecknad* därav, att den uppvisar en magnetkärna med åtminstone tre parallellkopplade ben och att två av dessa hör till olika flödesbanor medan det tredje är gemensamt för de två flödesbanorna.
16. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att isolationssystemet utanför isolationen innefattar ett yttre skikt (45), som har en elektrisk konduktivitet som är högre än den hos isolationen för att det yttre skiktet genom anslutning till jord eller eljest relativt låg potential skall förmå att fungera potentialutjämnande.
17. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* av att det yttre skiktet är anordnat att i huvudsak innehålla det på grund av nämnda elektriska ledare (42) uppstående elektriska fältet innanför det yttre skiktet (45).
18. Anordning enligt något av föregående krav, *kännetecknad* därav, att det inre skiktet (43) och den fasta isoleringen uppvisar väsentligen lika termiska egenskaper.
19. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att det yttre skiktet (45) och den fasta isoleringen uppvisar väsentligen lika termiska egenskaper.

1997-11-26

28

Huvudfaxen Kassen

20. Anordning enligt något av föregående krav, *kännetecknad* därav, att nämnda åtminstone ena ledare (42) utgör minst ett induktionsvarv.

5 21. Anordning enligt något av föregående krav, *kännetecknad* därav, att det inre och/eller yttre skiktet (43, 45) innefattar ett halvledande material.

10 22. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att det inre skiktet (43) och/eller det yttre skiktet (45) har en resistivitet inom området $10^{-6} \Omega\text{cm}$ - $100 \text{ k}\Omega\text{cm}$, lämpligen 10^{-3} - $1000 \Omega\text{cm}$, företrädesvis 1 - $500 \Omega\text{cm}$.

15 23. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att det inre skiktet (43) och/eller det yttre skiktet (45) har en resistans som per meter ledare/isolationssystem ligger inom området $50 \mu\Omega$ - $5 \text{ M}\Omega$.

20 24. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att den fasta isoleringen (44) och det inre skiktet (43) och/eller det yttre skiktet (45) utgörs av polymera material.

25 25. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att det inre skiktet (43) och/eller det yttre skiktet (45) och den fasta isoleringen (44) är fast förbundna med varandra över väsentligen hela gränsytan för att säkerställa vidhäftning även vid böjning och temperaturförändring.

30 26. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att den fasta isolationen och det inre skiktet och/eller det yttre skiktet är av material med hög elasticitet för att bibehålla den inbördes vidhäftningen vid påfrestningar under drift.

35 27. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att den fasta isolationen och det inre skiktet och/eller det yttre skiktet är av material med väsentligen lika E-modul.

28. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att det inre skiktet (43) och/eller det yttre skiktet (45) och den fasta

1997 -11- 26

29

Huvudfaxen Kassa

isoleringen (44) utgörs av material med väsentligen lika termiska utvidgningskoefficienter.

5 29. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att ledaren (42) och dess isolationssystem utgör en lindning bildad medelst en böjlig kabel (41).

10 30. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att det inre skiktet (43) är i elektrisk kontakt med den åtminstone ena elektriska ledaren (42).

15 31. Anordning enligt krav 30, *kännetecknad* därav, att nämnda åtminstone ena elektriska ledare (42) innefattar ett antal kardeler och att åtminstone en kardel hos den elektriska ledaren (42) är åtminstone delvis oisolerad och anordnad i elektrisk kontakt med det inre skiktet (43).

20 32. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att ledaren (42) och dess isolationssystem är utformade för hög spänning, lämpligen över 10 kV, särskilt över 36 kV och företrädesvis över 72,5 kV.

25 33. Anordning enligt krav 12, *kännetecknad* därav, att magnetkretsen innefattar en eller flera magnetiska kärnor (48) med spår (50) för lindningen (41).

30 34. Anordning enligt något av kraven 12 och 33-34, *kännetecknad* därav, att den utgörs av en generator, motor eller synkronkompensator.

35 35. Anordning enligt något av kraven 12 och 33-35, *kännetecknad* därav, att den är direktansluten till ett för hög spänning, lämpligen 36 kV och däröver, utformat elkraftnät utan mellanliggande transformator.

36. Anordning enligt något av kraven 1-11 och 13-32, *kännetecknad* därav, att den utgörs av en krafttransformator/reaktor.

1997-11-26

30

Huvudföreläsningen

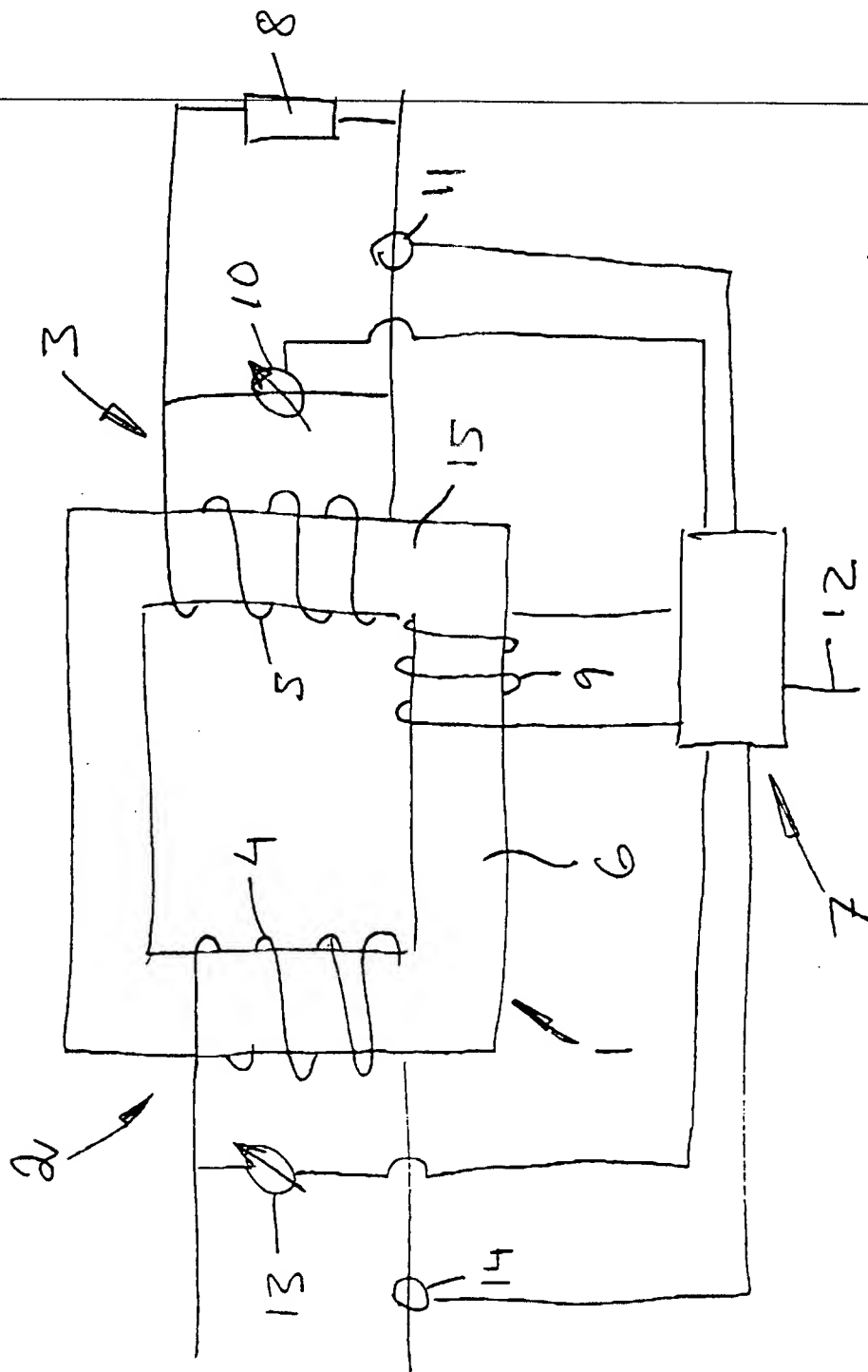
SAMMANDRAG

En elektromagnetisk anordning innefattar åtminstone en magnetkrets (1) och åtminstone en elektrisk krets (2, 3) innefattande åtminstone en lindning (4, 5). De magnetiska och elektriska kretsarna är induktivt kopplade till varandra. Anordningen innefattar en reglerinrättning (7) för att reglera funktionen hos anordningen. Denna reglerinrättning är anordnad att reglera frekvens, amplitud och/eller fas vad avser elektrisk effekt till/från anordningen genom att reglerinrättningen innefattar organ (9) för reglering av det magnetiska flödet i magnetkretsen.

(Fig 1)

1997-11-26

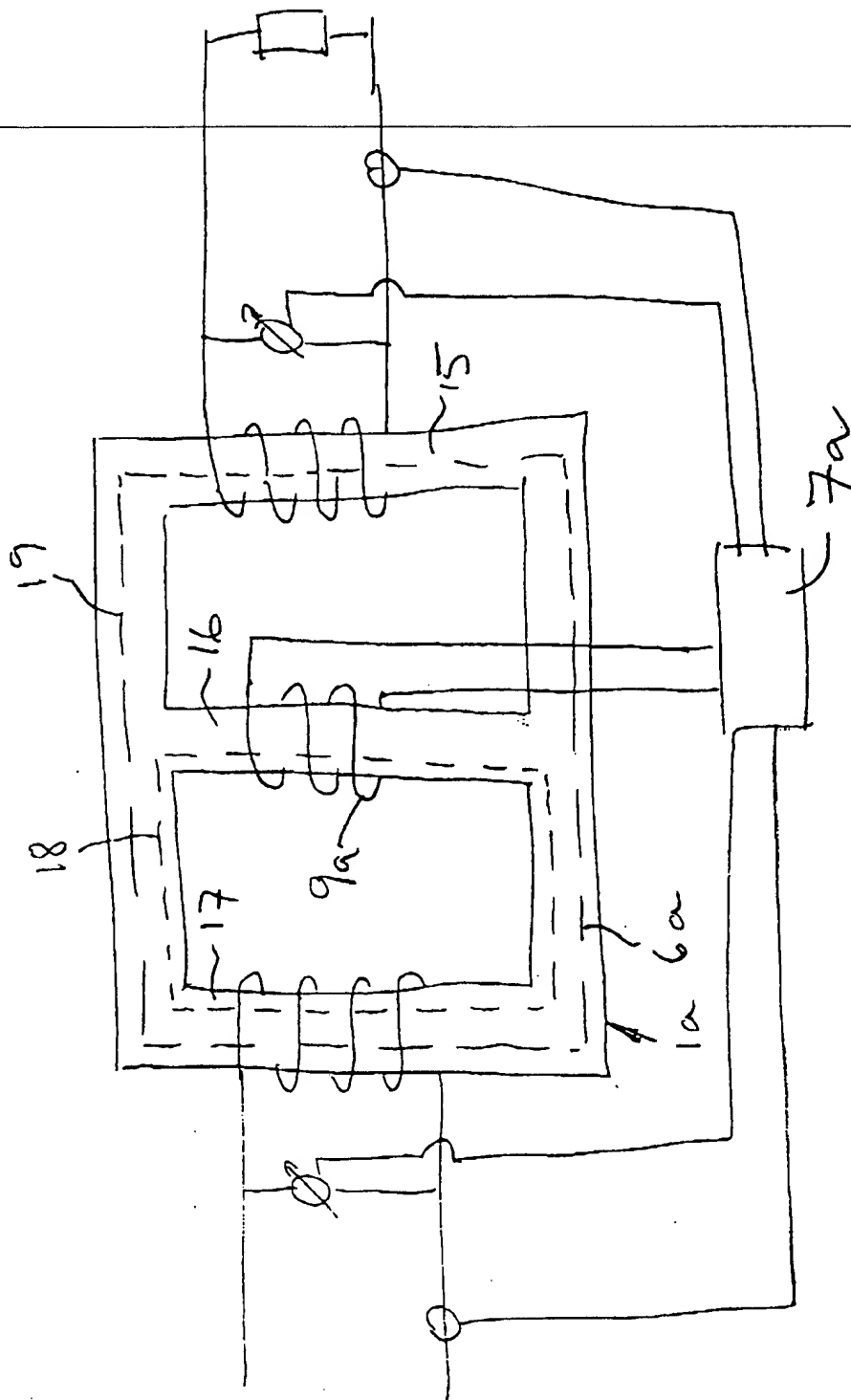
Huvudfaxen Kassa



Ink. t. Patent- och reg.verket

1997-11-26

Huvudkassan Kassa



Ink. t. Patent- och reg.verket

1997-11-26

Huvudförsen Kassa

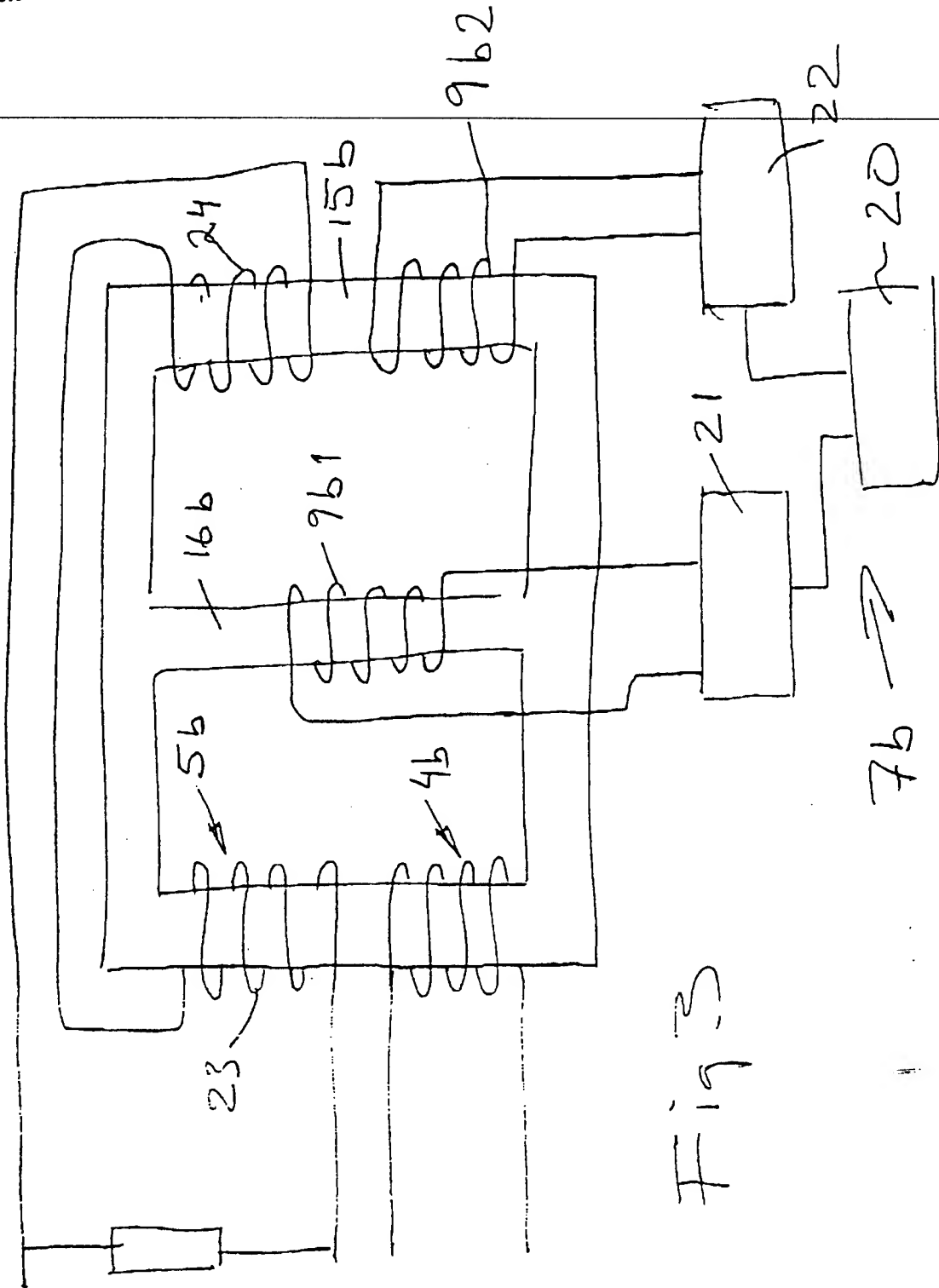
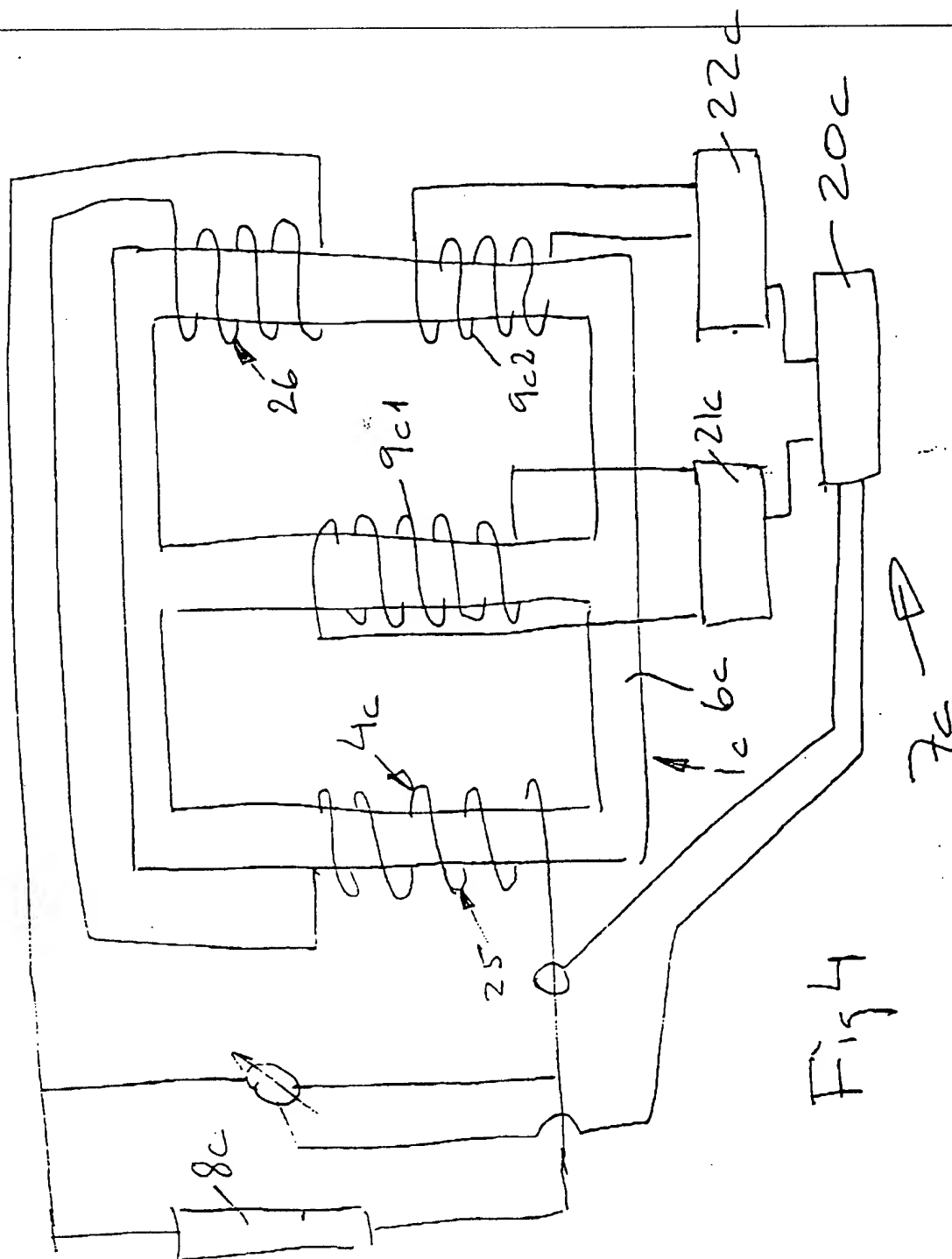


Fig 3

Int. t. Patent- och reg.verket

1997 -11- 26

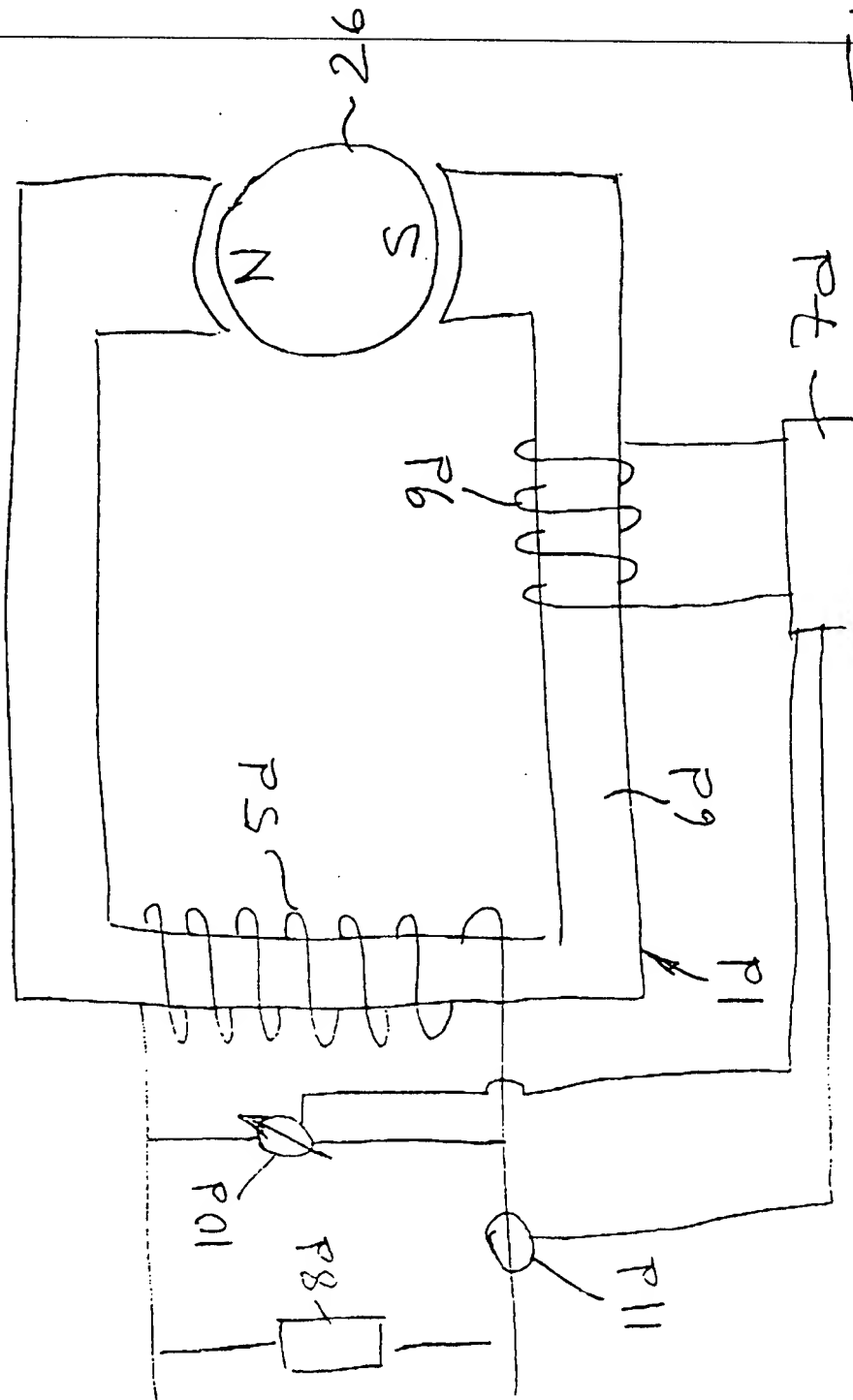
Huvudfaxen Kassa



1997-11-26

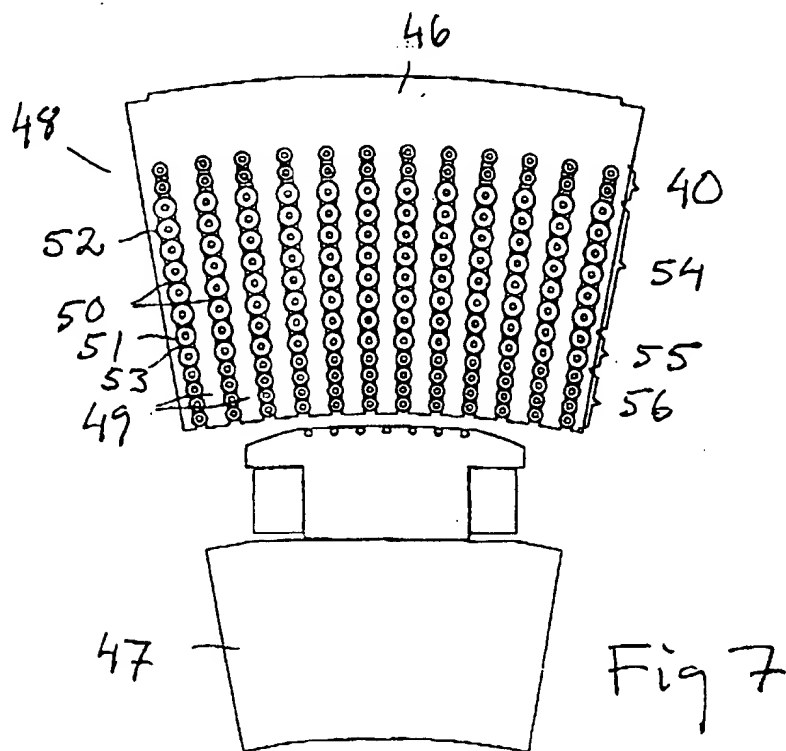
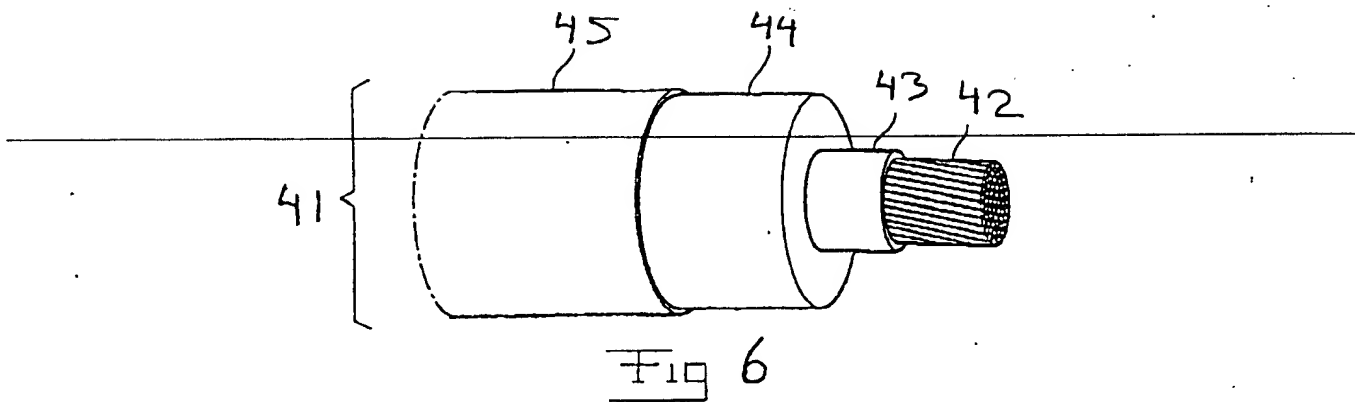
Huvudföres. Kassa

Fig 5



1997-11-26

Huvudtaxen Kassan



1997-11-26

Huvudföresen Kassan

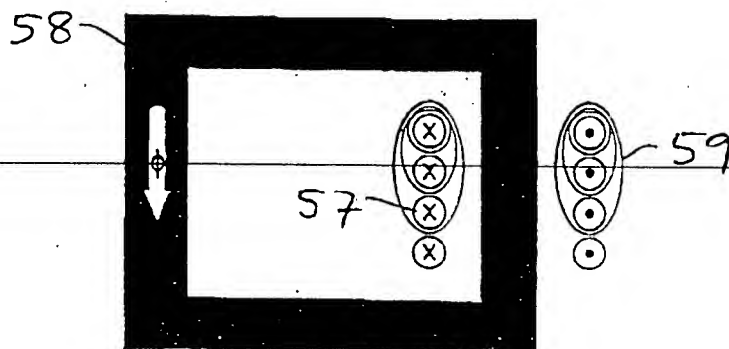


Fig 8

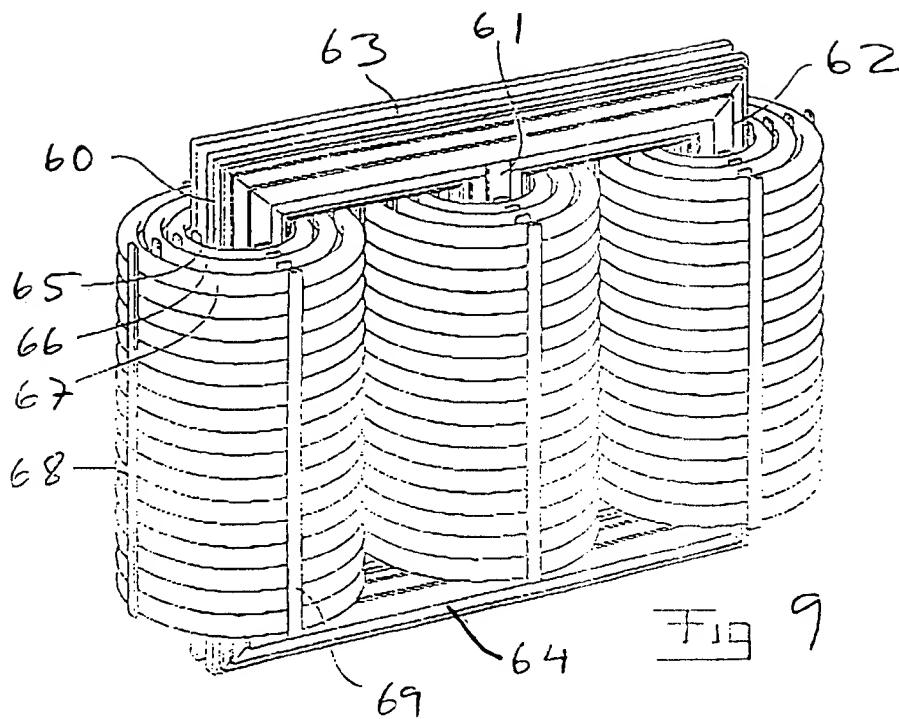


Fig 9

Ink. i Patent- och reg.verket

1997-11-26

Huvudtaxan Kassar

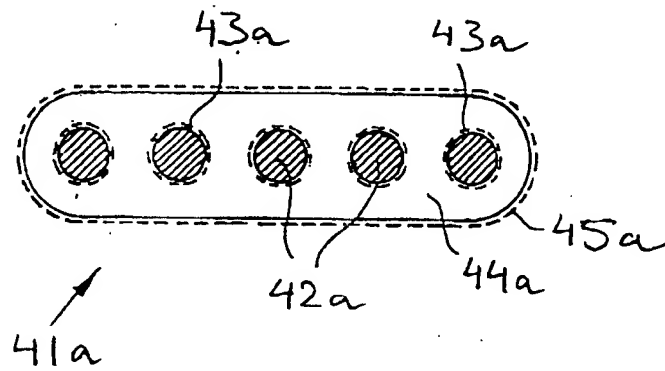


Fig 10

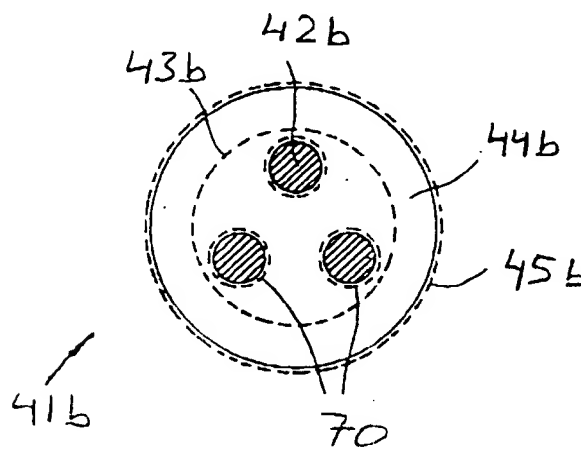


Fig 11